

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Космических и информационных технологий
институт

Вычислительная техника
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ О.В. Непомнящий
Подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20 ____ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

09.03.01 Информатика и вычислительная техника
код и наименование направления

Микроконтроллерная система для задач хозяйственного назначения с
возможностью дистанционного контроля состояния

Руководитель

подпись, дата

доцент, канд.техн.наук
должность, ученая степень

В.Г. Середкин
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

С.В. Санковец
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

В.И. Иванов
инициалы, фамилия

Красноярск 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 Анализ задания на выпускную квалификационную работу	
1.1 Цель и задачи выпускной квалификационной работы	5
1.2 Обзор существующих решений.....	5
1.2.1 Страж AvizorKit GSM.....	6
1.2.2 GSM-сигнализация Дачник.....	7
1.2.3 Sapsan GSM.....	8
1.3 Обоснование принятого решения.....	9
2 Информационная модель системы.....	11
2.1 Разработка структурной схемы системы.....	14
3 Разработка функциональной схемы.....	17
3.1 Обоснование выбора функциональных узлов.....	17
3.1.1 Микроконтроллер.....	17
3.1.2 GSM-модуль.....	18
3.1.3 Интерфейс сопряжения микроконтроллеров.....	20
3.1.4 Интерфейс сопряжения GSM-модуля	22
3.1.5 Датчик влажности	24
3.1.6 Датчик температуры	25
3.1.7 Датчик уровня.....	28
3.1.8 Датчик открытия двери.....	30
3.1.9 Датчик движения.....	31
3.1.10 Электромагнитный клапан.....	33
3.1.11 Электронасос.....	36
3.2 Функциональная схема.....	38
4 Моделирование и разработка программного обеспечения.....	40
4.1 Выбор среды моделирования.....	40
4.1.1 Micro-Cap	40

4.1.2 Proteus.....	42
4.1.3 Multisim.....	43
4.2 Моделирование системы в выбранной среде.....	45
4.3 Разработка граф-схем алгоритмов функционирования системы.....	45
4.4 Разработка программного обеспечения для среды моделирования.....	49
4.5 Представление результатов моделирования.....	49
5 Разработка электрических принципиальных схем подсистем в структуре системы управления.....	51
5.1 Разработка схемы электрической принципиальной подсистемы управления автоматическим поливом.....	51
5.2 Разработка схемы электрической принципиальной подсистемы управления охраной помещения.....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	5
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	5
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	5

ВВЕДЕНИЕ

Практически каждый из нас знаком с техническими новшествами, которые предлагает современный мир. Чаще мы пересекаемся с ними в местах с развитой технической инфраструктурой, заводах или же городских новостройках. Однако ничто не мешает внедрить эти новшества для работ хозяйственного назначения и тем самым автоматизировать, к примеру, дачный участок, независимо от того, дорогой это особняк в коттеджном поселке или же небольшой домик в кооперативе.

На сегодняшний день проблема автоматизации задач хозяйственного назначения, например, в структуре дачного хозяйства, коттеджных участков и т.п. остается актуальной.

Существующие системы автоматизации для подобных задач, предлагаемые рынком имеют большой функционал, отражающийся на стоимости, поэтому разработка систем на универсальных, дешевых микроконтроллерах становится более востребованной.

В соответствии с заданием на выпускную квалификационную работу будет разработана распределённая микроконтроллерная система управления для задач хозяйственного назначения с возможностью дистанционного контроля состояния.

1 Анализ задания на выпускную квалификационную работу

1.1. Цель и задачи выпускной квалификационной работы

Целью выпускной квалификационной работы является разработка микроконтроллерной системы управления для задач хозяйственного назначения с возможностью дистанционного контроля состояния.

Для достижения данной цели определены следующие задачи:

1. Анализ существующих аналогов и обоснование выбора принятого решения.
2. Разработка информационной модели системы.
3. Разработка структурной схемы системы.
4. Разработка функциональной схемы системы.
5. Разработка алгоритмов функционирования и программного обеспечения для среды моделирования.
6. Моделирование системы в выбранной среде.
 - 6.1 Представление результатов моделирования.
7. Разработка схемы электрической принципиальной системы управления двух подсистем.

1.2 Обзор существующих решений

Обзор существующих решений проведен с привязкой к задачам, которые определены в задании на выпускную квалификационную работу – это функция охраны помещения, функция управления автоматическим поливом и функция дистанционного оповещения потребителя о состоянии системы.

На сегодняшний день на рынке представлено огромное количество микроконтроллерных систем для задач хозяйственного назначения с

возможностью дистанционного контроля состояния. Такие системы имеют большой функционал и рассчитаны на широкую аудиторию потребителей.

Однако они представляют собой уже готовые решения на основе высокопроизводительных микроконтроллеров и GSM-модемов, которые имеют высокую стоимость и привязку программного продукта к конкретным задачам.

Рассмотрим известные аналоги микроконтроллерных систем, которые выполняют аналогичные функции хозяйственного назначения с возможностью дистанционного контроля состояния.

1.2.1 Страж AvizorKit GSM

Признанной и лидирующей продукцией на рынке охранных систем является сигнализация Страж AvizorKit. Это охранное устройство нового поколения с использованием современных датчиков, при срабатывании которых информация о тревоге мгновенно поступает на шесть телефонных номеров в виде смс-оповещения и дозвона [1]. На рисунке 1 изображена охранная сигнализация Страж AvizorKit .



Рисунок 1 – Вид охранной сигнализации Страж AvizorKit

Охранный пожарный комплекс Страж AvizorKit предназначен для обеспечения защиты имущества в доме или на даче, в офисе или на складе. Он успешно обнаруживает факт вторжения на территорию, находящуюся под его контролем, постороннего объекта и сообщает об этом факте владельцу. В стандартную комплектацию входят: GSM централь, датчики движения, распознавания дыма или газа, а также открытия дверей/окон, батарея, проводная сирена и брелоки [1].

1.2.2 GSM-сигнализация Дачник

Сигнализация «Дачник» посредством gsm-оповещения (SMS-сообщений и звонков) позволяет дистанционно контролировать и управлять различными бытовыми приборами и устройствами. На рисунке 2 изображена GSM-сигнализация «Дачник».



Рисунок 2 – Вид GSM-сигнализации Дачник

Функционал: управление поливом в теплицах и на участке, автоматическое открывание дверей в теплице, управление обогревом, управление системами теплых полов и кабельного обогрева, управление охранной и пожарной сигнализацией, а также оповещение о возникновении любой внештатной ситуации: несанкционированном проникновении, отключении электричества, отопления, об изменении температуры в помещении и других [2].

1.2.3 Sapsan GSM

Сигнализация Sapsan GSM – это инновационная комплексная разработка для поддержки безопасности на объектах недвижимости с помощью специальных охранных датчиков, которыми управляет микроконтроллерный модуль. На рисунке 3 представлен внешний вид сигнализация Sapsan GSM.



Рисунок 3 – Вид охранной сигнализации Sapsan GSM

Сигнализация этого типа сочетает в себе преимущества для быстрого оповещения о внештатной ситуации на охраняемом объекте. Благодаря уникальной конструкции охранной системы она способна поддерживать работу с проводными или беспроводными охранными датчиками. Широкий спектр сенсоров, поддерживаемых электронным блоком охранного устройства, позволит эффективно защитить все возможные уязвимые места на охраняемом объекте. Кроме пассивного слежения с помощью охранных датчиков GSM сигнализация Sapsan позволяет прослушивать помещение с помощью встроенных микрофонов, а также вести двустороннюю связь между удаленным пользователем и охраняемым объектом [3].

Линейка включает инновационную разработку Sapsan GSM MMS, которая отличается максимальным функционалом и отлично подойдет для охраны загородных коттеджей, на которых хранятся ценные вещи, важные бумаги, драгоценности и денежные средства. Кроме широкого спектра стандартных охранных функций сигнализация сапсан GSM MMS поддерживает предупреждения с помощью MMS-сообщений и ведение с объекта 3G видеонаблюдения [3].

1.3 Обоснование выбора принятого решения

Из анализа существующих решений, представленного в пункте 1.2, можно сделать вывод, что на сегодняшний день имеется множество различных микроконтроллерных систем для задач хозяйственного назначения с возможностью дистанционного контроля состояния.

Однако они представляют собой уже готовые решения на основе мощных и высокопроизводительных микроконтроллеров и GSM-модемов, которые имеют очень высокую стоимость и привязку программного продукта без возможности его изменения.

Так же, из анализа существующих аналогов, можно сделать вывод, что большинство таких систем выполняют конкретные функции, будь это обогрев помещения, автоматический полив или же охрана помещения.

Поэтому в ходе выполнения выпускной квалификационной работы разработана микроконтроллерная система управления с возможностью дистанционного контроля состояния, которая интегрирует две подсистемы в одно целое. Это позволит существенно уравновесить такой немаловажный критерий как цена/функционал, который на сегодняшний день очень завышен, а также уменьшить программные и аппаратные затраты.

Предлагается реализовать микроконтроллерную систему в виде распределенной системы на базе однотипных микроконтроллеров с разделёнными функциями управления автоматическим поливом и охраны помещения с возможностью дистанционного контроля состояния.

2 Информационная модель системы

Предлагаемая распределённая микроконтроллерная система для задач хозяйственного назначения с возможностью дистанционного контроля состояния включает в себя две автономно функционирующие подсистемы, которые интегрированы между собой:

- подсистема управления автоматическим поливом тепличных насаждений в летний период;
- подсистема управления охраной помещения.

Каждая из подсистем в своем составе имеет микроконтроллер, который, оценивая входные воздействия (состояния датчиков), управляет работой исполнительных устройств. Микроконтроллер, установленный в доме и выполняющий охранную функцию, является «ведущим» по отношению к микроконтроллеру, отвечающему за управление автоматическим поливом, который является «ведомым». Для обмена информацией между микроконтроллерами организован интерфейс сопряжения, который позволяет им взаимодействовать между собой. Для обмена информацией между «ведущим» устройством и GSM-модулем также организован интерфейс сопряжения.

Стоит оговориться, что для функционирования всей системы необходимо наличие электропитания на участке, накопительной ёмкости, скважины, а также системы капельниц для капельного полива.

Первый шаг – это подача электропитания. После этого автономно начинают функционировать подсистемы автополива и охраны помещения.

В подсистеме автоматического полива стоит отметить следующие моменты. В накопительной емкости установлены 2 датчика уровня: верхний датчик уровня – Д1 и нижний датчик уровня – Д2. Аналогично в скважине: верхний датчик уровня – Д3 и нижний датчик уровня – Д4. Также в скважине установлен электронасос, который по команде микроконтроллера перекачивает

воду из скважины в накопительную ёмкость. В ёмкости для полива установлен электромагнитный клапан, который управляется микроконтроллером и через который вода поступает в поливочные капельницы.

После включения происходит проверка на наполненность бака. Микроконтроллер опрашивается верхний датчик ёмкости Д1, который сигнализирует о наполненности ёмкости. Если $Д1 = 1$, то ёмкость наполнена и подсистема готова к поливу.

Если $Д1 = 0$, значит ёмкость неполная и, следовательно, в неё нужно закачать воду из скважины.

Следовательно, опрашивается верхний датчик скважины Д3.

Если $Д3 = 1$ (скважина полная), то микроконтроллер даёт команду на включение насоса, и вода из скважины транспортируется до тех пор, пока верхний датчик Д1 не будет равен 1.

Если $Д3 = 0$, значит нужно проверить, если ли вообще вода в скважине. Микроконтроллером опрашивается нижний датчик уровня в скважине Д4.

Если $Д4 = 1$, то значит в скважине есть какая-то часть воды, которую нужно закачать в накопительную ёмкость. Следовательно, микроконтроллер даёт команду на включение насоса, который работает до тех пор, пока Д1 не будет равен 1 (верхний датчик уровня в ёмкости) или $Д4 = 0$ (нижний датчик уровня в скважине).

Если же воды в скважине вообще нет ($Д4 = 0$), то проверяется нижний датчик уровня ёмкости Д2, чтобы оценить если ли вообще какая-то часть воды.

Если $Д2 = 1$, то на полив эта часть воды и израсходуется. Если же $Д2 = 0$, то это сигнализирует о том, что воды в скважине и ёмкости нет и система переходит в ожидание, до тех пор пока вода не появится. Если с течением времени вода не появилась, то формируется сообщение, которое известит потребителя.

Когда ёмкость полная ($Д1 = 1$) или в ней находится какая-то часть воды ($Д1 = 0$ и $Д2 = 1$), то система готова к поливу.

Следующий шаг – это оценка влажности почвы и температуры в тепличном помещении.

Оптимальная температура для тепличных растений колеблется в пределах от $+15^{\circ}\text{C}$ до $+23^{\circ}\text{C}$, при этом оптимальная влажность почвы должна равняться 95%.

Микроконтроллер с помощью датчиков температуры и влажности оценивает параметры в тепличном помещении.

Если влажность почвы равна или больше 80% – то полив не осуществляется. Но при этом оценивается значение температуры: если оно больше $+23^{\circ}\text{C}$, то время для следующей оценки показателей составляет 4 часа, иначе, если температура в пределах от $+15^{\circ}\text{C}$ до $+23^{\circ}\text{C}$ время до последующей оценки показателей составит 8 часов.

Если влажность почвы меньше 80% – то полив осуществляется до тех пор, пока влажность не станет оптимальной.

Что подразумевает под собой полив? При поливе, микроконтроллер дает команду на открытие электромагнитного клапана, установленного ниже уровня накопительной ёмкости. В свою очередь вода из накопительной ёмкости поступает в капельнице, которые установлены непосредственно около растений. Закрытие клапана происходит тогда, когда влажность почвы достигнет 80% или когда вода в ёмкости кончится, то есть нижний датчик уровня в ёмкости Д2 станет равным 0.

В подсистеме охраны помещения стоит отметить следующие моменты. Имеются 3 датчика: Д1 – герконовый датчик открытия дверей, Д2 и Д3 – ИК-датчики движения, установленные в охраняемом помещении. Микроконтроллер постоянно опрашивает состояние этих датчиков, и как только оно становится отличным от исходного состояния, то через интерфейс сопряжения формирует команду GSM-модулю.

Также GSM-модулю приходят команды и от подсистемы автоматического полива. Это происходит следующим образом. Допустим, вода в скважине

закончилась и микроконтроллеру не удастся дать команды исполнительным устройствам и тем самым осуществить полив. Тогда формируется сообщение «ведомым» микроконтроллером и через интерфейс сопряжение передается «ведущему», который в свою очередь принимает это сообщение, формирует необходимую AT-команду и через другой интерфейс сопряжения передает эту команду на GSM-модуль.

Рассылка GSM-модулем «тревожных» SMS-сообщений потребителю на телефонный номер может начаться из-за следующих событий:

1. Проникновение в помещение или движение, зафиксированное датчиками движения.
2. Нарушение целостности двери или её открытие.
3. Изменение температуры до предельного значения.
4. Отсутствия воды для полива.

Управление GSM-модулем осуществляется с помощью AT-команд, которые после исполнения оповещают владельца о внештатных ситуациях и о состоянии системы в целом [4].

2.1 Разработка структурной схемы системы

На основании сформированной информационной модели микроконтроллерной системы, предназначенной для задач хозяйственного назначения, с возможностью дистанционного контроля состояния, разработана структурная схема. Результат представлен на рисунке 4.

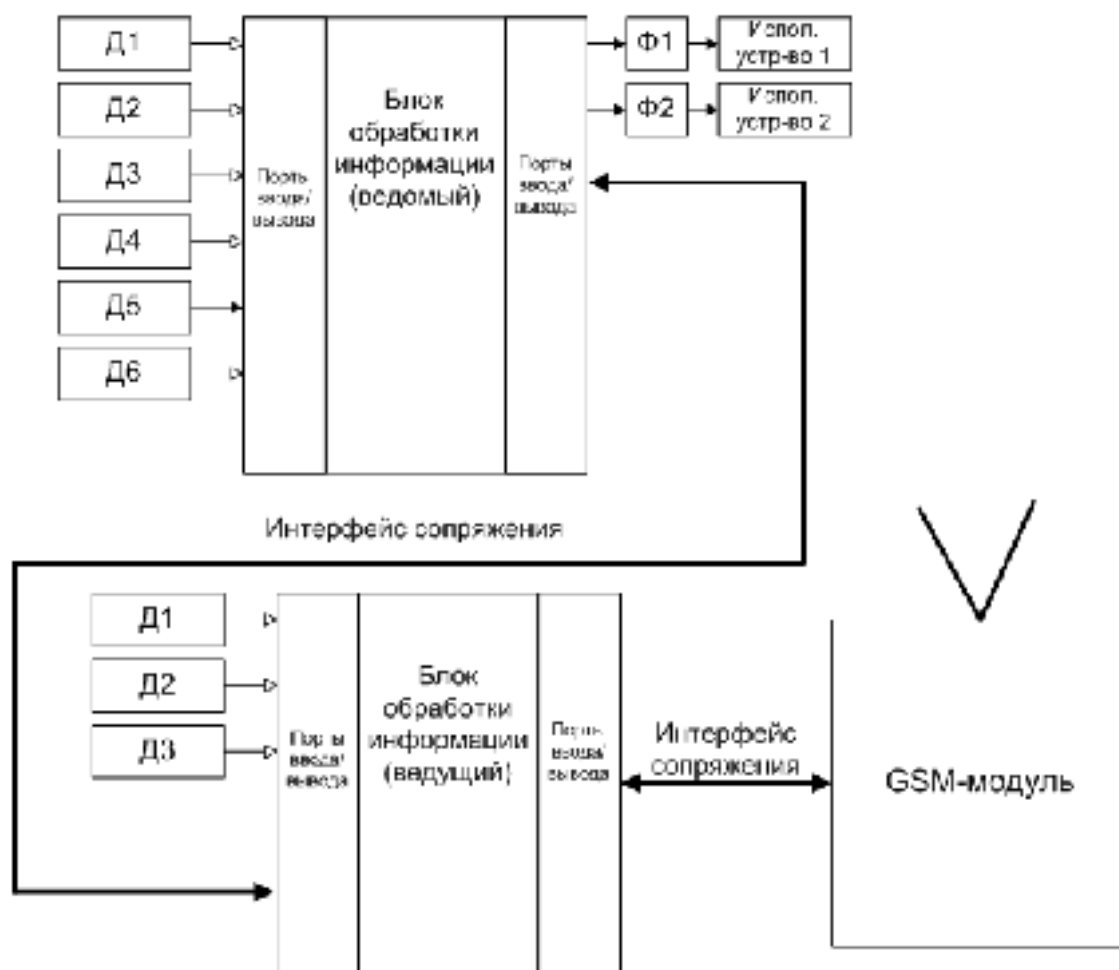


Рисунок 4 – Структурная схема системы

Схема включает в себя следующие обозначения:

- Блок обработки информации (ведомый) – микроконтроллер, отвечающий за управление автоматическим поливом;
- Блок обработки информации (ведущий) – микроконтроллер, отвечающий за управление охраной в помещении;
- Д1 (ведомый) – верхний датчик уровня в ёмкости;
- Д2 (ведомый) – нижний датчик уровня в ёмкости;
- Д3 (ведомый) – верхний датчик уровня в скважине;
- Д4 (ведомый) – нижний датчик уровня в скважине;
- Д5 (ведомый) – датчик температуры;
- Д6 (ведомый) – датчик влажности;

- Исполнительное устройство 1 – насос, установленный в скважине;
- Ф1 – формирователь напряжения для исполнительного устройства;
- Исполнительное устройство 2 – электромагнитный клапан, установленный в ёмкости;
- Ф2 – формирователь напряжения для исполнительного устройства;
- Д1 (ведущий) – герконовый датчик открытия дверей;
- Д2(ведущий) – ИК-датчик движения № 1;
- Д3(ведущий) – ИК-датчик движения № 2.

3 Разработка функциональной схемы

3.1 Обоснование выбора функциональных узлов

3.1.1 Микроконтроллер

Согласно заданию на выпускную квалификационную работу микроконтроллерная система для задач хозяйственного назначения с возможностью дистанционного контроля состояния базируется на микроконтроллерах семейства AVR – ATmega8535.

На рисунке 5 изображен внешний вид микроконтроллера ATmega8535 в корпусе DIP-40 [5].



Рисунок 5 – Микроконтроллер ATmega8535

Архитектура микроконтроллера ATmega8535 включает в себя [5]:

1. 130 команд процессора (большинство команд – одноктактные).
2. 32 8-разрядных регистра общего назначения.
3. Максимальная тактовая частота 16МГц (16 миллионов операций в секунду).
4. 8 кбайт встроенной электрически перепрограммируемой FLASH памяти (с возможностью самопрограммирования).
5. 512 байт энергонезависимой памяти EEPROM.
6. Поддержка последовательных интерфейсов: UART(USART), SPI, I2C.

3.1.2 GSM-модуль

GSM-модуль – это устройство, которое реализует функции сотового телефона. Другими словами, GSM позволяет звонить другим абонентам сотовой сети, принимать звонки, отправлять и принимать SMS-сообщения.

При выборе GSM-модуля были рассмотрены различные варианты. Однако большинство таких модулей используются инженерами-разработчиками для больших конструкторских и промышленных проектов. Не исключением является и Siemens MC35i Terminal, который представляет собой надежный двухдиапазонный GSM/GPRS-терминал промышленного применения, обладающий возможностями голосовой связи, высокоскоростной беспроводной передачи данных, приема и передачи SMS и факсов [6]. На рисунке 6 изображен внешний вид Siemens MC35i Terminal.



Рисунок 6 – Siemens MC35i Terminal

Такой функционал GSM-модуля для решения поставленных задач применять нецелесообразно.

Подходящим аналогом является радио модуль SIM300D, созданным фирмой SIMCom WirelessSolution. На рисунке 7 представлен GSM-модуль SIM300D.



Рисунок 7 – GSM-модуль SIM300D

SIM300D – трехдиапазонный GSM/GPRS модуль, предназначенный для передачи голоса, данных, SMS сообщений, факсимильных сообщений. Маленькие размеры и высокая функциональность модуля SIM300D – идеально подходит для решения функции оповещения.

Однако, для сопряжения с управляющим устройством, в нашем случае микроконтроллере ATmega8535, SIM300D в своём составе имеет лишь один интерфейс сопряжения – UART. Такой интерфейс для связи использовать нецелесообразно, поскольку аппаратный UART занят для связи микроконтроллеров ATmega8535.

В качестве GSM-модуля микроконтроллерной системы для задач хозяйственного назначения был выбран недорогой и простой в программировании улучшенный аналог – радио модуль SIM900, созданный той же фирмой SIMCom WirelessSolution. На рисунке 8 изображен внешний вид SIM900.



Рисунок 8 – Внешний вид SIM900D фирмы SIMCom

Ключевым фактором выбора этого модуля является простота программирования, отличная связка и наличие интерфейсов, с помощью которых происходит сопряжение с микроконтроллерами, в том числе и AVR.

Технические характеристики:

1. Диапазон напряжений 4,8-5,2В.
2. В обычном режиме ток достигает 450 мА, максимальный ток в импульсном режиме 2 А.
3. Поддержка UART, I2C.
4. Мощность передачи: 1 Вт 1800 и 1900 МГц, 2 Вт 850 и 900 МГц.
5. Имеются встроенные протоколы TCP и UDP.
6. Рабочая температура от -30°C до +75°C [4].

Для функционирования этого модуля к нему подключается управляющий контроллер, в нашем случае ATmega8535, антенна, а также устанавливается SIM-карта мобильного оператора. При потребности можно подключить динамик и микрофон.

3.1.3 Интерфейс сопряжения микроконтроллеров

Для передачи данных с одного устройства на другое или с одной микросхемы на другую разработано множество интерфейсов передачи данных.

В нашем случае необходимо «связать» два микроконтроллера ATmega8535, которые будут находиться на расстоянии около 15 метров друг от друга. Следовательно, такие последовательные интерфейсы как SPI и I2C использовать нецелесообразно, поскольку они не способны обеспечить дальность передачи данных [7].

В своем составе ATmega8535 имеет универсальный асинхронный приёмо-передатчик – UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) – узел, предназначенный для организации связи с другими цифровыми устройствами.

Поскольку подсистема управления автоматическим поливом и подсистема охраны помещения базируются на микроконтроллерах ATmega8535, то последовательный интерфейс UART является универсальным и надежным решением для «связки» в единую систему.

Стоит отметить, что UART описывает логику работы, здесь логическая единица подразумевается как высокий уровень сигнала равный 5В, а логический ноль, как низкий уровень сигнала, равный 0В.

Но для передачи данных на расстояние, т.е. вне платы, использовать такие уровни уже нельзя по причине низкой защищённости от электрического разрушения и помех. Для таких случаев были разработаны специальные физические уровни, такие как RS-232, RS-485, LIN.

Один из самых простых и распространенных стандартов физического уровня UART – RS-232.

RS-232 обеспечивает передачу данных на расстояние до 15 метров на максимальной скорости до 20000 бод [8]. Так как этот стандарт известен не только простотой программирования, но и неприхотливостью, в реальных условиях это расстояние увеличивается во много раз с примерно пропорциональным снижением скорости. В настоящее время RS-232 широко используется для взаимодействия микроконтроллеров различных архитектур, имеющими в своем составе универсальный асинхронный приёмо-передатчик – UART, с другими цифровыми устройствами и периферией.

Для электрического согласования линий RS-232 и стандартной цифровой логики UART зачастую используются драйвера или микросхемы согласования.

Микросхема MAX232 первая созданная интегральная схема для RS-232, которая в одном корпусе содержит все необходимое для согласования уровней RS-232 с дискретной логикой TTL – два передатчика и два приемника [9]. На рисунке 9 изображена интегральная схема MAX232.

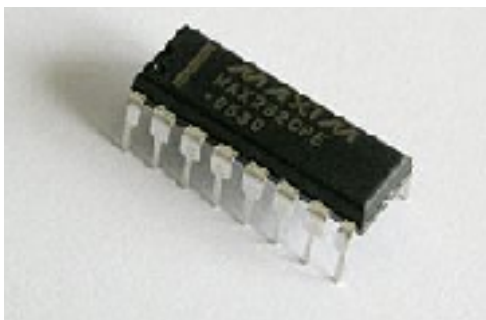


Рисунок 9 – Интегральная схема MAX232

Свою популярность микросхема MAX232 заслужила из-за использования однополярного питания в 5 вольт, а уровни напряжения RS-232 генерируются самой микросхемой [9].

Это значительно упрощает конструкцию схемы управления. При создании устройств теперь нет необходимости использовать питание с тремя напряжениями (например, -12, + 5V, и + 12V), а нужно просто обеспечить простой однополярный пятивольтовый источник питания.

3.1.4 Интерфейс сопряжения GSM-модуля

Микроконтроллер ATmega8535, кроме универсального приёмо-передатчика UART, поддерживает такие интерфейсы, как SPI и I2C.

SPI представляет собой последовательный синхронный стандарт передачи данных в режиме полного дуплекса, предназначенный для

обеспечения простого и недорогого высокоскоростного сопряжения микроконтроллеров и периферии. SPI также называют четырёхпроводным интерфейсом. В свою очередь, I2C подразумевает под собой последовательную асимметричную шину для связи между интегральными схемами.

Поскольку GSM-модуль и микроконтроллер будут находиться на одной плате, то задача сопряжения решается достаточно просто.

GSM-модуль SIM900, который был выбран в качестве радио-модуля, поддерживает связь через встроенный аппаратный интерфейс I2C. Поэтому задача сопряжения решается с помощью использования интерфейса I2C, который поддерживается как SIM900, так и ATmega8535.

Последовательный протокол обмена данными I2C (также называемый Inter-Integrated Circuits, межмикросхемное соединение) использует для передачи данных две двуправленные линии связи, которые называются шина последовательных данных SDA и шина тактирования SCL [10]. Также имеются две линии для питания. Шины SDA и SCL подтягиваются к шине питания через резисторы.

Отличительные преимущества, которые выделяют интерфейс I2C среди других:

1. Поскольку модули и микросхемы подключаются непосредственно к шине без каких-либо дополнительных цепей, появляется возможность модификации и модернизации системы прототипа путём подключения и отключения различных устройств от шины;

2. Нет никакой необходимости заниматься разработкой шинных интерфейсов, потому что шина уже изначально интегрирована в микроконтроллер и GSM-модуль.

3. Стандартная двухпроводная последовательная шина с таким интерфейсом позволяет минимизировать соединения между микросхемами, то есть в них присутствует меньше контактов и требуется меньшее количество

дорожек, благодаря чему печатные платы становятся не такими дорогими и имеют гораздо меньшие габариты.

3.1.5 Датчик влажности

Датчик влажности почвы необходим в подсистеме управления автоматическим поливом. Он измеряет объемное содержание воды в почве, другими словами, используется для оценки влажности почвы.

На рынке представлено огромное количество датчиков влажности, однако они представляют собой электронные приборы, которые входят в состав сложных систем для управления автоматическим поливом. Как следствие, такие датчики имеют высокую стоимость и привязку к конкретным обрабатывающим узлам.

Поэтому для проектируемой подсистемы управления автоматическим поливом был выбран датчик влажности почвы FC-28 с контроллером, который представлен на рисунке 10. Он имеет ряд преимуществ, которые повлияли на его выбор: совместимость с микроконтроллерами, небольшие габариты и вес, простота монтажа, низкая стоимость.

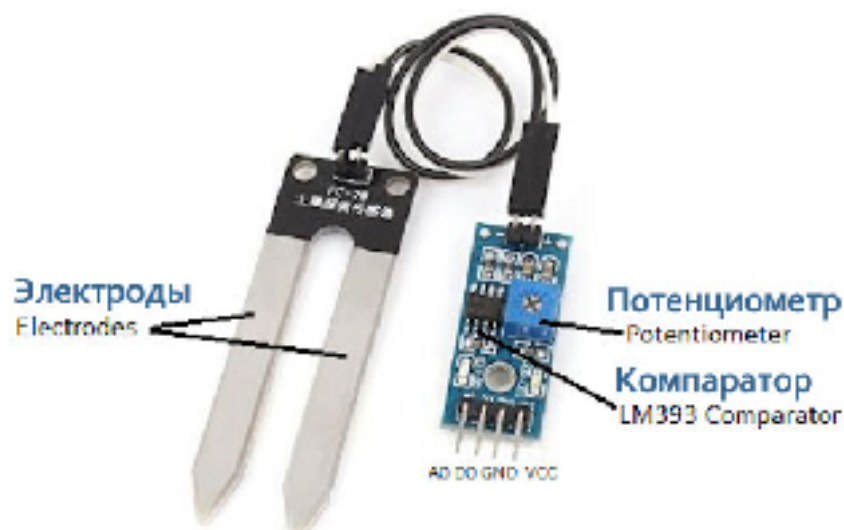


Рисунок 10 – Датчик влажности почвы FC-28

Датчик влажности почвы состоит из двух датчиков, которые используются для измерения объемного содержания воды. Два зонда позволяют току пройти через почву, которая дает значение сопротивления, что позволяет в итоге измерить значение влаги. Модуль также содержит потенциометр, с помощью которого можно установить пороговое значение. Это пороговое значение будет сравниваться на компараторе LM393. Датчик FC-28 можно соединить в аналоговом и цифровом режимах [11].

Технические характеристики:

1. Входное напряжение: 3.3–5В.
2. Выходное напряжение: 0–4.2В.
3. Входной ток: 35мА.
4. Выходной сигнал: аналоговый и цифровой.

Датчик влажности почвы FC-28 имеет четыре контакта:

1. VCC: питание.
2. A0: аналоговый выход.
3. D0: цифровой выход.
4. GND: земля.

3.1.6 Датчик температуры

Датчик температуры необходим для оценки температуры окружающей среды в тепличном помещении.

Важными критериями датчиков семейства DHT являются простота в использовании и относительно недорогая стоимость.

В семействе DHT выделяют три самых распространенных датчика: DHT11, DHT22 и DHT21.

Первые два датчика внешне похожи друг на друга, к тому же подключаются они тоже одинаково. На рисунке 11 и 12 представлены датчики семейства DHT.

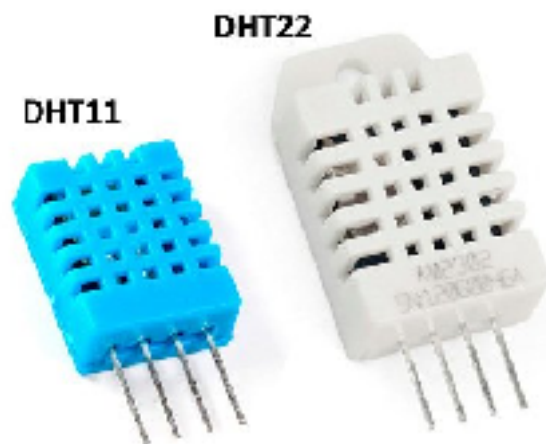


Рисунок 11 – Датчики температуры и влажности DHT11 и DHT22

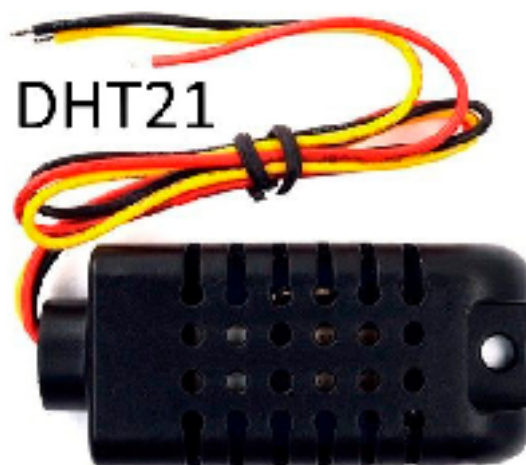


Рисунок 12 – Датчик температуры и влажности DHT21

Отличие модуля DHT22 от первых двух заключается в том, что он имеет защитный корпус, что позволяет использовать его на улице, где этот корпус защитит его от пыли, грязи и дождя.

Теперь сравним модули по основным показателям.

Датчик DHT11:

1. Определение влажности в диапазоне 20-80% с точностью $\pm 5\%$ RH.
2. Определение температуры от 0°C до $+50^{\circ}\text{C}$ с точностью $\pm 2^{\circ}\text{C}$.
3. Частота опроса 1 раз в секунду.

Датчик DHT22:

1. Определение влажности в диапазоне 0-100% с точностью $\pm 2\%$ RH.
2. Определение температуры от -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$ с точностью $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
3. Частота опроса 1 раз в 2 секунды.

Датчик DHT21:

1. Определение влажности в диапазоне 0-100% с точностью $\pm 2\%$ RH.
2. Определение температуры от -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$ с точностью $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
3. Частота опроса 1 раз в 2 секунды.

Датчики DHT22 используется для измерения двух параметров – влажности и температуры – а для решения нашей задачи нам требует только измерение температуры. Также из недостатков, стоит отметить, задержку в передаче показаний равной 2 секунды.

Поэтому в качестве датчика температуры был выбран цифровой датчик DS18B20, который является одним из наиболее популярных температурных датчиков, поскольку имеет ряд преимуществ:

1. Температурный диапазон измерений от -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$.
2. Разрешение преобразования 9 ... 12 бит.
3. Время измерения, не превышает 750 мс, при максимально возможном разрешении 12 бит.
4. Погрешность измерения не больше $0,5^{\circ}\text{C}$ (для температур от -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$), что позволяет точно определить значение температуры.
5. Возможность программирования параметров тревожного сигнала.
6. Каждое устройство обладает своим уникальным серийным кодом.
7. Существует так называемый режим паразитного питания – в нем происходит питание напрямую от линии связи.
8. Информация передается по протоколу 1-Wire[12].

На рисунке 13 изображен цифровой температурный датчик DS18B20.

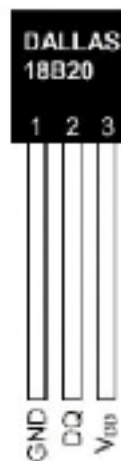


Рисунок 13 – Температурный датчик DS18B20 в корпусе TO-92

Микросхема имеет три выхода, из которых для данных используется только один, два остальных — это земля и питание.

Обмен информацией в 1-Wire происходит благодаря следующим операциям:

1. Инициализация – определение последовательности сигналов, с которых начинается измерение и другие операции. Ведущее устройство подает импульс сброса, после этого датчик должен подать импульс присутствия, сообщая о готовности к выполнению операции.
2. Запись данных – происходит передача байта данных в датчик.
3. Чтение данных – происходит прием байта из датчика.

3.1.7 Датчик уровня

Датчики уровня воды используются для определения наполненности/опустошенности скважины и накопительной ёмкости. Для подсистемы управления автоматическим поливом необходимо 4 таких датчика: два датчики, находящиеся в накопительной ёмкости, а два – в скважине.

Использование современных датчиков уровня нецелесообразно, поскольку они имеют высокую стоимость и предназначены для крупных конструкторских и инженерных решений.

Ключевыми критериями выбора датчика уровня являются стоимость, напряжение питания, порог срабатывания, компактность и простота использования.

Всем этим критериям удовлетворяет датчик дождя FC-37(или YL-83), который имеет самую низкую стоимость и высокую эффективность, рабочее напряжение от 3,3 до 5В, настраиваемым порог срабатывания. На рисунке 14 представлен датчик дождя FC-37.



Рисунок 14 – Внешний вид датчика FC-37

Датчик дождя FC-37 состоит из 2 модулей – влагочувствительной пластины и платы с потенциометром на микросхеме LM393. Также имеется набор проводов для подключения.

При попадании жидкости на влагочувствительную пластину уровень сигнала меняется в зависимости от интенсивности жидкости на пластине. Для регулирования чувствительности на плате имеется встроенный потенциометр.

Сама пластина подключается двумя проводами типа Female-Female (входят в комплект) к плате. Сделано это для того, чтобы была возможность закрепить влагочувствительную пластину дальше от самой платы, так как сама она не является водостойкой. Для установки влагочувствительной пластины на дно скважины и накопительной ёмкости стоит дополнительно принять меры для изоляции контактов.

На плате имеется четыре выхода:

1. VCC — питание.
2. GND — земля.
3. D0 — цифровой выход.
4. A0 — аналоговый выход.

Датчик FC-37 может использовать как аналоговый или цифровой выход, так и все вместе. К примеру, если нужно знать только сам факт попадания капли на пластину, то рекомендуется использовать цифровой, так как на выходе этого пина будет 0 или 1 (LOW и HIGH напряжение соответственно). Если же нужна еще и интенсивность как в нашем случае, то необходимо использовать аналоговый выход.

3.1.8 Датчик открытия двери

Для подсистемы охраны помещения датчик открытия дверей является одним из первых факторов предупреждения о факте присутствия.

Самыми эффективными и простыми решениями, как по монтажу, так и по критерию цена/качество, несомненно, лидирующее место занимают герконовые датчики. Сам датчик устанавливается на дверной косяк, а магнит — на створку. В обычном состоянии датчик и магнит расположены рядом, так что датчик находится в магнитном поле. Когда дверь открывается, магнит удаляется от датчика, действие магнитного поля ослабевает, контакт в датчике размыкается, и датчик срабатывает.

Датчик МС-38 является оптимальным решением, поскольку совместим с микроконтроллерами, в том числе и AVR. На рисунке 15 представлен датчик открытия дверей МС-38.



Рисунок 15 – Внешний вид герконового датчика МС-38 в пластмассовом корпусе

Датчик открытия двери МС-38 состоит из геркона и магнита, залитых в пластик для герметичности и защиты от повреждений. Контакт – нормально замкнутый. Разрыв цепи означает, что дверь открыта.

Подключать геркон следует между «землей» и цифровым выходом, программно подтянутым к плюсу питания.

Расстояние срабатывания датчика варьируется от 15 мм до 25мм, диапазон температур составляет от -50°С до +50°С.

3.1.9 Датчик движения

Для подсистемы охраны помещения второй ступенью защиты являются датчики движения.

Ввиду того, что наша подсистема в первую очередь предназначена для защиты от взломов и проникновений людей, то для таких случаев распространёнными, дешёвыми и простыми в использовании являются инфракрасные датчики движения, которые с помощью пироэлектрических

сенсоров реагируют на изменение теплового фона в контролируемом помещении.

Для подсистемы охраны помещения необходимо использовать 2 ИК-датчиков движения, которые перекрывают предполагаемые зоны в помещении.

Модуль HC-SR501 представляет собой датчик движения человека, состоящего из пироэлектрического сенсора, который генерирует энергию при воздействии с теплом [13]. На рисунке 16 изображен модуль HC-SR501.



Рисунок 16 – Внешний вид датчика движения HC-SR501

Для увеличения угла обнаружение модуль содержит специально разработанную крышку – линзу Френеля, которая фокусирует инфракрасные сигналы на пироэлектрический датчике.

Основные параметры модуля HC-SR501 [13]:

- Напряжение питания – 4,5В-5В;
- Дистанция обнаружения – от 3м до 7м (настраивается);
- Рабочая температура -20°C до +80°C;
- Режим работы: L – одиночный захват , Н – повторяемые изменения.

На модуле расположено три вывода: GND – земля, VCC – питание, OUT – цифровой выход, который дает высокий логический уровень, если объект обнаружен.

Также на модуле располагается еще два потенциометра, один для регулировки чувствительности датчика, а другой для регулировки времени выходного сигнала. Время регулировки диапазона составляет от 0,5 секунды до 2 минут. На рисунке 17 представлено назначение выводов модуля HC-SR501.

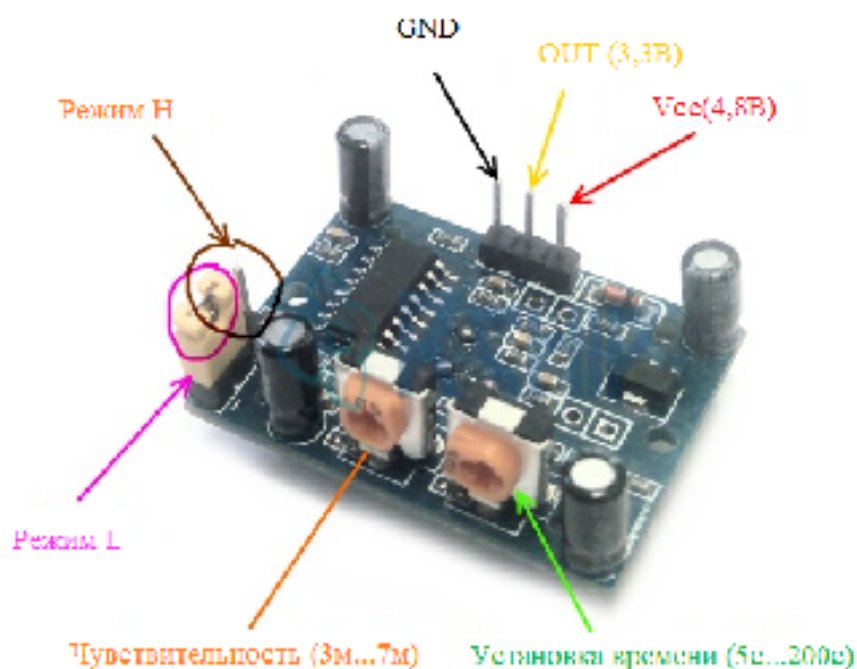


Рисунок 17 – Назначение выводов датчика движения HC-SR501

3.1.10 Электромагнитный клапан

Электромагнитный клапан – электромеханическое устройство, предназначенное для регулирования потоков всех типов жидкостей. Они подразделяются на клапаны низкого и высокого давления.

Для проектируемой системы необходим клапан низкого давления, поэтому необходимо осуществить выбор клапана, через который по открытию

вода из накопительной ёмкости будет достигать капельниц для полива, а по закрытию препятствовать прохождению жидкости к ним.

На рынке представлен большой выбор электромагнитных клапанов низкого давления. Ключевыми критериями являются простота и функционал, которые отражаются на цене.

Электромагнитный клапан Hunter PGV-101G-B прямооточный – это сверхпрочный клапан обладает всеми лучшими характеристиками марки Hunter. На рисунке 18 представлен электромагнитный клапан Hunter PGV-101G-B.



Рисунок 18 – Электромагнитный клапан Hunter PGV-101G-B

Сконструированный с расчетом на длительный срок службы, он отлично справится с тяжелыми условиями эксплуатации на приусадебных участках и коммерческих объектах. Имеются различные конфигурации клапана. Однако, он совместим лишь с контроллерами Hunter.

Критерию совместимости и цена/функциональность удовлетворяет нормально-закрытый клапан электромагнитный SMART серии SF6252 в пластиковом корпусе [14], который представлен на рисунке 19.



Рисунок 19 – Электромагнитный клапан SmartSF6252

Он используется как в промышленности, так и в частном сегменте для дистанционного управления потоком среды, в частности в системах водоснабжения, а также для систем полива.

Открытие/закрытие электромагнитного клапана производится подачей или отключением электрического тока на электромагнитную катушку заданного напряжения. Подача напряжения на катушку соответствует полному открытию, снятие напряжения – полному закрытию клапана.

На клапаны электромагнитные можно установить пять видов катушек с напряжением: на переменный ток AC220V, AC110V, AC24V и постоянный ток DC24V, DC12V [14].

Клапан SMART серии SF6252 однонаправленный и соответственно должен быть установлен по направлению движения среды. Для соблюдения этих условий на корпусе клапана имеется указатель в виде стрелки или надписи «IN» – входили «OUT» – выход. Клапан монтируется на горизонтальный участок трубопровода.

Технические характеристики [14]:

1. Размеры DN 15-25.
2. Температура рабочей среды: от -5°C до +80°C.

3. Управление электромагнитной катушкой – постоянный ток: DC12V, DC24V; переменный ток: AC24V, AC110V, AC220.

3.1.11 Электронасос

Для транспортировки воды из скважины в накопительную ёмкость необходим насос.

Для водяных скважин лучше применять насосы с верхним забором воды, когда двигатель находится снизу. Всасывающее отверстие забирает чистую, не взмученную отсосом воду.

Аналогом насоса с верхним забором воды является вибрационный погружной насос «Зубр», который представлен на рисунке 20.



Рисунок 20 – Вибрационный насос «Зубр»

Технические характеристики [15]:

1. Потребляемая мощность 240 Вт.
2. Длина кабеля – 16 м.
3. Напряжение сети 220 В/ 50 Гц.
4. Объёмная подача воды при напоре 40 м - 430 л/час.
5. Напор – номинальный 40 метров; максимальный – 60 метров.

«Зубр» обеспечивает необходимый функционал, однако уступает по цене всем известному аналогу вибрационному насосу семейства «Малыш».

Для проектируемой подсистемы автоматического полива выбран вибрационный насос Малыш-3, который изображен на рисунке 21.



Рисунок 21 – Вибрационный насос Малыш-3

Вибрационный насос "Малыш-3" с верхним забором воды предназначен для подачи чистой воды из скважин, колодцев, резервуаров и открытых водоемов.

Сам электронасос прост по своей конструкции, не прихотлив к обслуживанию и имеет небольшую стоимость. Для бытовых нужд такой насос это отличное решение. Ввиду того, что «Малыш-3» легкий, при установке его вполне можно опустить в скважину на капроновом шнуре или алюминиевой проволоке. Электропотребление минимально.

Технические характеристики [16]:

- максимальный напор – 60 м;
- длина кабеля – 25 метров;
- глубина погружения под воду – 6 метра;
- температура перекачиваемой воды от -1°C до +35°C;
- напряжение питания – 220В;

- производительность – 7,2 л/мин;
- вес – 3,5 кг.

3.2 Функциональная схема

На рисунке 22 представлена функциональная схема распределённой микроконтроллерной системы для задач хозяйственного назначения с возможностью дистанционного контроля состояния, которая имеет в своём составе две автономно функционирующие подсистемы управления автоматическим поливом и охраны помещения.

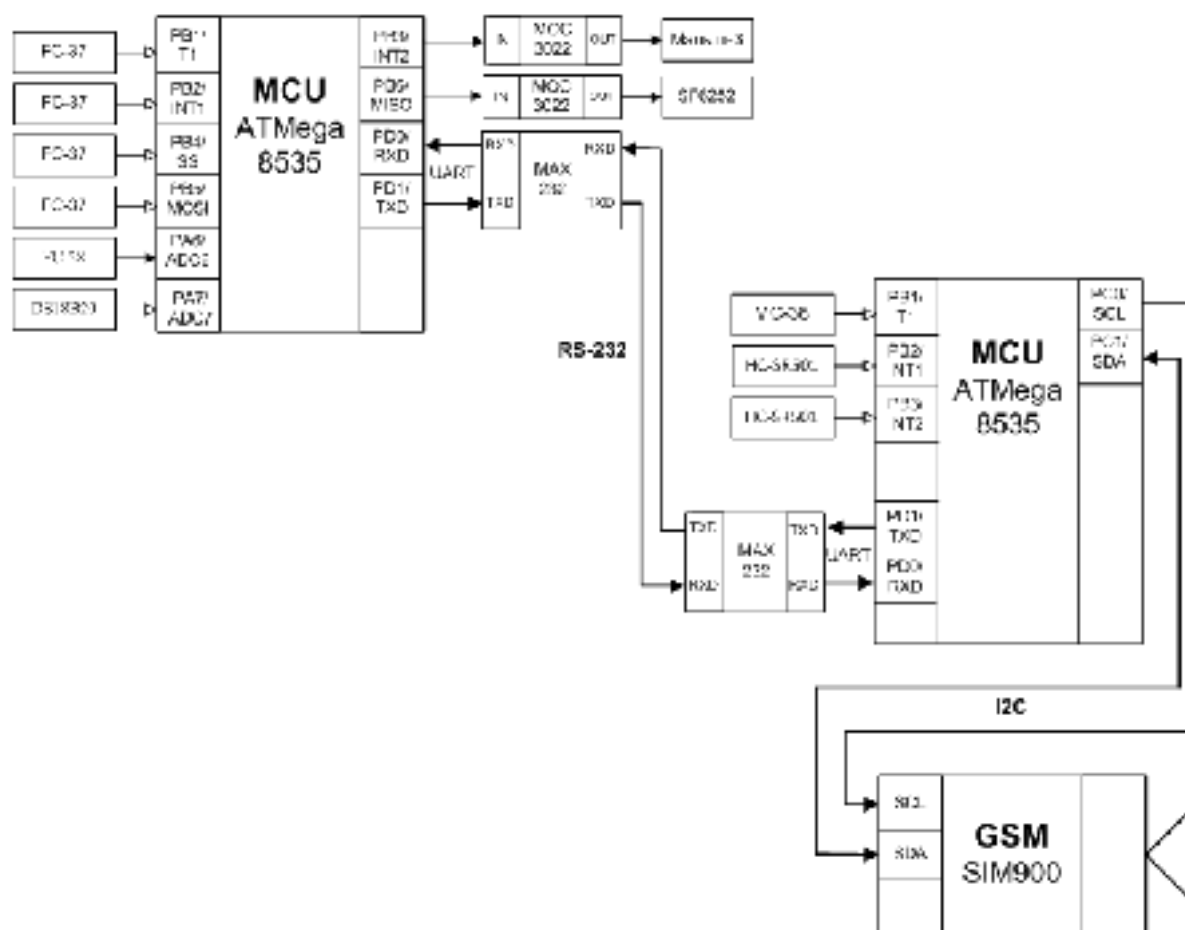


Рисунок 22 – Функциональная схема системы

Схема включает в себя следующие обозначения:

1. Микроконтроллеры ATmega8535.
2. GSM-модуль SIM900.
3. Датчики уровня FC-37.
4. Датчик влажности почвы FC-28.
5. Датчик температуры DS18B20.
6. Оптопара с симисторным выходом тос3022.
7. Электронасос Малыш-3.
8. Электромагнитный клапан Smart SF6252.
9. Интегральные схемы MAX232.
10. Герконовый датчик открытия дверей MC-38.
11. ИК-датчики движения HC-SR501.

4 Моделирование и разработка программного обеспечения

4.1 Обоснование выбора среды моделирования

На сегодняшний день существует множество отладочных средств и компьютерных программ, которые предназначены для разработки различных устройств и систем.

Одним из основных этапов при разработке таких систем является моделирование электрических схем и блоков. Моделирование позволяет определить критические параметры и сформировать требования к аппаратному и программному обеспечению. Для разработки модели используют специализированные программные и/или программно-аппаратные инструменты моделирования.

Моделирование позволяет наглядно увидеть как система или целый комплекс работает в реальности, и как каждый из её компонентов взаимодействует друг с другом. На этапе моделирования разработчик может всесторонне оценить работоспособность системы. Наиболее популярными являются следующие средства разработки: Proteus, OrCAD, Micro-Cap, LabVIEW, AutoCADElectrical [17].

4.1.1 Micro-Cap

Micro-Cap – программа-симулятор электронных схем общего назначения с открытым исходным кодом, предназначенная для аналогового, цифрового и смешанного моделирования и анализа цепей электронных устройств средней степени сложности. На рисунке 23 представлен интерфейс программы.

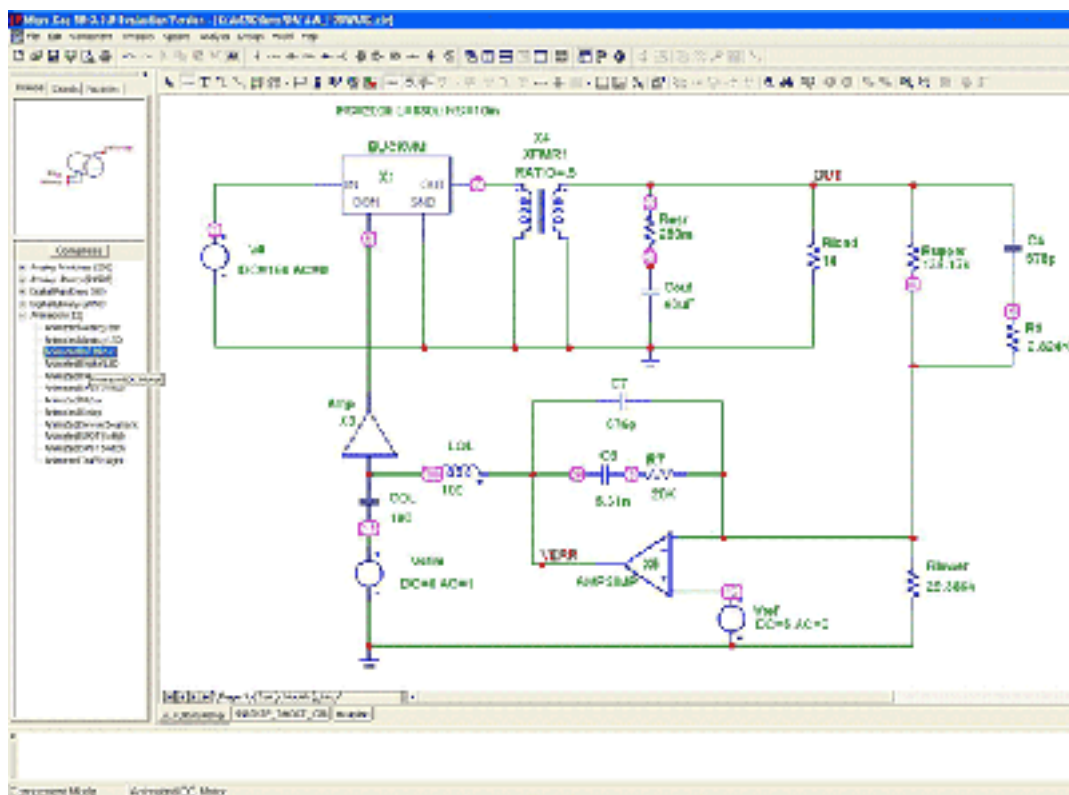


Рисунок 23 – Интерфейс программы Micro-Cap

Полная поддержка SPICE-моделей позволяет применять проекты из других программ (DesignLab, OrCAD, P-CAD).

Нетребовательность к вычислительным ресурсам персонального компьютера и большой спектр возможностей послужили основой популярности Micro-Cap среди радиолюбителей, студентов и преподавателей микроэлектроники.

Алгоритм работы включает в себя создание электрической цепи в графическом редакторе, задание параметров анализа и изучение полученных данных. Графический редактор опирается на библиотеки электронных компонентов, которые можно пополнять на основе экспериментальных или справочных данных с помощью встроенного модуля ShapeEditor [18]. Моделирование включает в себя целый набор различных анализов: переходных процессов, передаточных характеристик по постоянному току и т.п.

4.1.2 Proteus

Proteus – мощнейшая система автоматизированного проектирования, позволяющая виртуально смоделировать работу огромного количества аналоговых и цифровых устройств. На рисунке 24 изображен интерфейс программы [19].

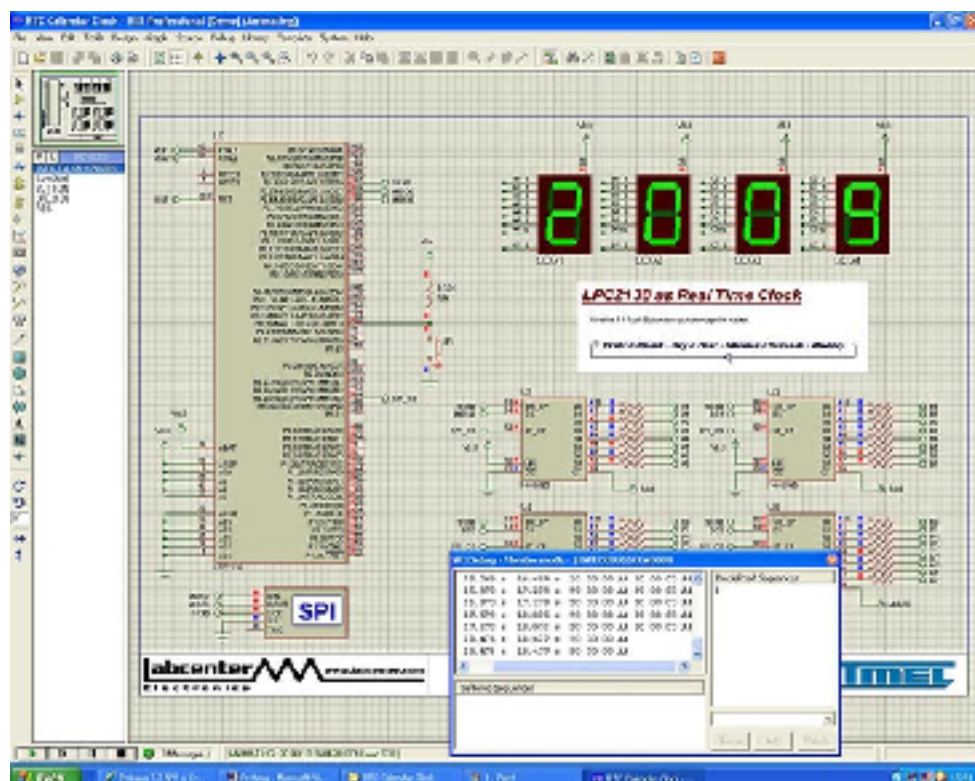


Рисунок 24 – Интерфейс программы Proteus

Программный пакет Proteus позволяет собрать схему любого электронного устройства и симулировать его работу, выявляя ошибки, допущенные на стадии проектирования и трассировки. Программа состоит из двух модулей: ISIS и ARES [19].

ISIS представляет собой редактор электронных схем с последующей имитацией их работы, а ARES – редактор печатных плат, оснащенный автотрассировщиком Electra, встроенным редактором библиотек и

автоматической системой размещения компонентов на плате. Кроме этого ARES может создать трехмерную модель печатной платы.

Proteus включает в себя более 6000 электронных компонентов со всеми справочными данными, а также демонстрационные ознакомительные проекты, является коммерческим продуктом. Есть бесплатная демонстрационная версия. Она обладает всеми функциями и возможностями платного пакета [19].

4.1.3 Multisim

Multisim – популярный программный пакет, позволяющий моделировать электронные схемы и разводить печатные платы [20].

Главная особенность NI Multisim – простой наглядный интерфейс, мощные средства графического анализа результатов моделирования, наличие виртуальных измерительных приборов, копирующих реальные аналоги. Присутствуют электромеханические модели, импульсные источники питания, преобразователи мощности.

В Multisim реализовано большое количество функций для профессионального проектирования микроэлектронных устройств. На рисунке 25 изображен интерфейс программы.

4.2 Моделирование системы в выбранной среде

Анализ сред моделирования позволил выявить ряд наиболее распространенных программных инструментов САПР, таких как: Proteus, MultiSim, Microcap, LabView.

Одной из наиболее перспективных сред моделирования является система автоматизированного проектирования Proteus, так как она приспособлена для работы с микроконтроллерами и микропроцессорами. Помимо этого Proteus имеет множество средств отладки, в отличие от прочих программных инструментов, а также включает достаточно объемную библиотеку элементов, которая пополняется с каждым годом.

4.3 Разработка граф-схем алгоритмов функционирования системы

На рисунке 26 представлена граф-схема функционирования подсистемы управления автоматическим поливом.

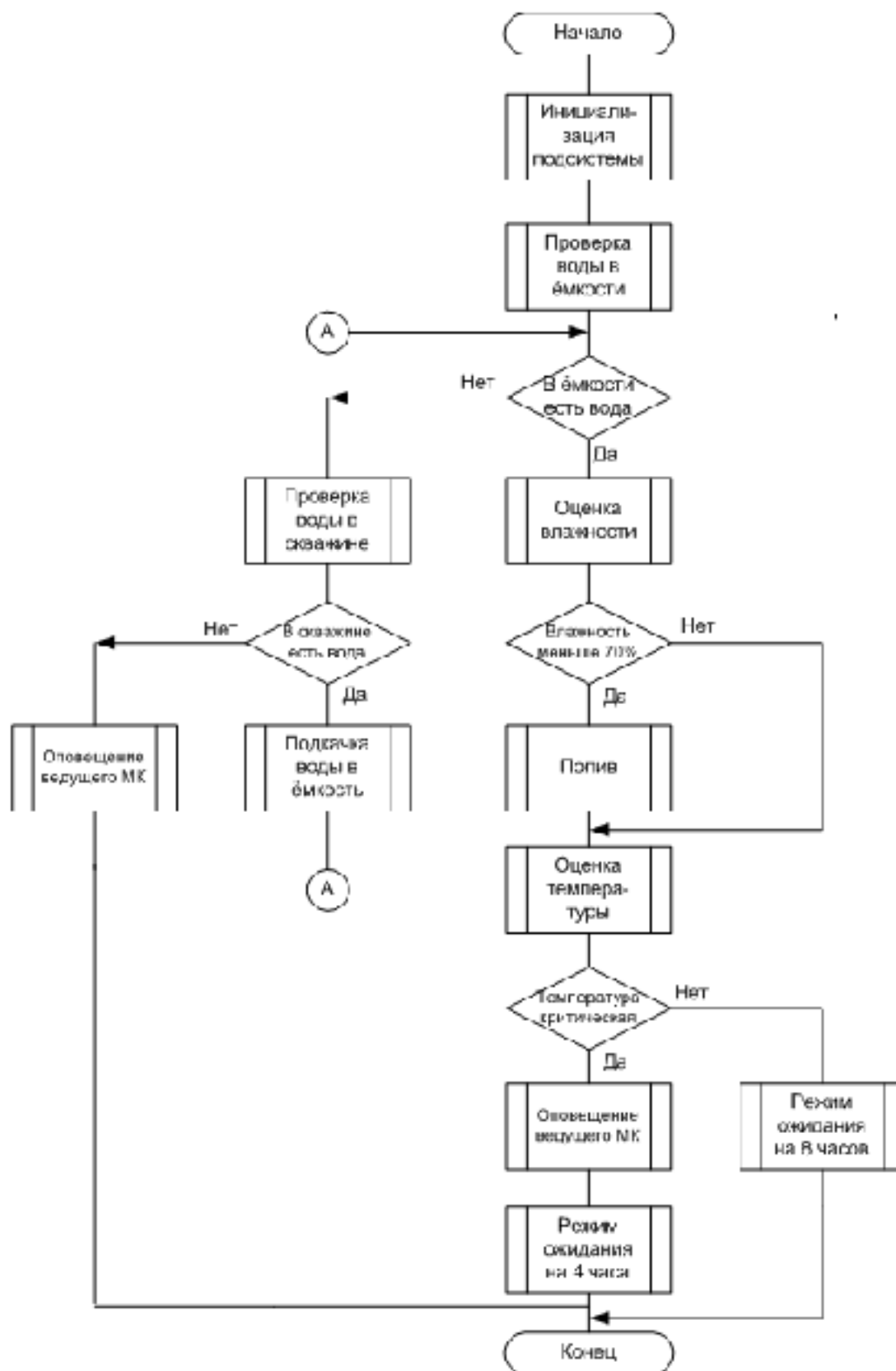


Рисунок 26 – Граф-схема функционирования подсистемы управления автоматическим поливом

На рисунке 27 представлена граф-схема функционирования подсистемы охраны помещения.



Рисунок 27 – Граф-схема функционирования подсистемы охраны помещения

На рисунке 28 представлена граф-схема обмена информацией по протоколу 1-Wire датчиком температуры DS18B20.



Рисунок 28— Граф-схема обмена информацией по протоколу 1-Wire датчиком DS18B20

4.4 Разработка программного обеспечения для среды моделирования

Разработка программного обеспечения и модулей проводится с адаптацией под задачу моделирования. В дальнейшем программное обеспечение, разработанное с адаптацией под задачу моделирования, с небольшими корректировками будет исправно функционировать на конкретном

микроконтроллере, потому что в качестве языка программирования выбран язык высокого уровня C/C++, который является основным языком программирования микроконтроллеров, ввиду возможности работы программы на различных микроконтроллерах, при использовании программ-трансляторов.

Для разработки программного обеспечения использована бесплатная проприетарная интегрированная среда разработки (IDE) для разработки приложений для 8- и 32-битных микроконтроллеров семейства AVR и 32-битных микроконтроллеров семейства ARM – Atmel Studio 7, которая содержит компилятор GNU C/C++ и эмулятор, позволяющий отладить выполнение программы на конкретном микроконтроллере (фрагмент листинга программы представлен в ПРИЛОЖЕНИИ А).

4.5 Представление результатов моделирования

На рисунке 29 представлено моделирование распределённой микроконтроллерной системы управления в среде автоматизированного проектирования Proteus.

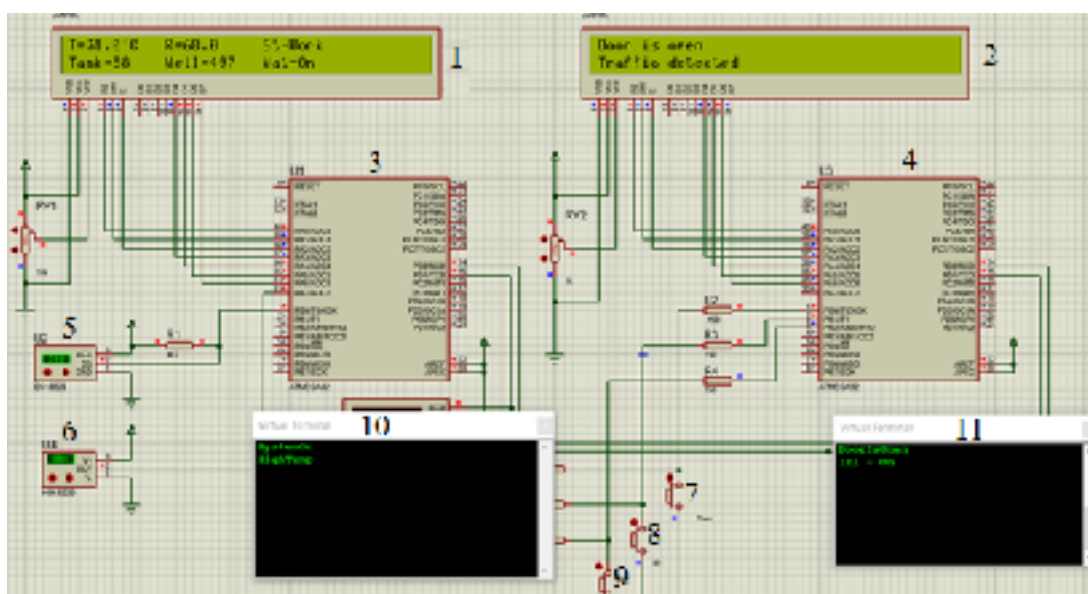


Рисунок 29 – Моделирование системы в Proteus

После запуска моделирования на два виртуальных дисплея (1, 2) выводится информация о состоянии системы. К микроконтроллеру, отвечающему за функцию управления автоматическим поливом (3), подключены два датчика: датчик влажности (5) и датчик температуры (6). К микроконтроллеру, отвечающему за функцию охраны помещения (4), подключены 3 датчика, имеющие состояние 0 или 1, которые изображены кнопками: датчик открытия дверей (7), датчик движения №1(8) и датчик движения № 2 (9). Микроконтроллеры сопряжены через интерфейс UART, использующий линии Rx и Tx. Для проверки связи между ними к линиям Tx подключены два виртуальных терминала (10, 11).

На дисплее подсистемы управления автоматическим поливом (1) изображена информация (слева направо) о состоянии температуры, влажности, работе электронасоса, объеме воды, находящейся в ёмкости для полива, объёме воды, находящейся в скважине и об осуществлении полива. Как видно из рисунка, при влажности равной 68% осуществляется полив. В это же время работает электронасос, который подкачивает воду из скважины в накопительную ёмкость. Также, при достижении критической температуры было сформировано сообщение, которое через линию Tx, передано в микроконтроллер, отвечающий за функцию охраны.

На дисплее подсистемы охраны помещения (2) отображена информация о состоянии датчиков. Из процесса моделирования видно, что датчик открытия дверей и датчик движения №1 изменили своё состояние, следовательно, было сформировано соответствующее сообщение, которое было передано через линию Tx. Обмен сообщений между микроконтроллерами организован для того, чтобы наглядно отследить, как будет происходить оповещение потребителя о состоянии системы.

5 Разработка электрических принципиальных схем подсистем в структуре системы управления

Поскольку система в своём составе имеет две автономно функционирующие подсистемы (подсистему управления автоматическим поливом и подсистему охраны помещения), то предусматривается разработка двух в большей степени идентичных схем.

5.1 Разработка схемы электрической принципиальной подсистемы управления автоматическим поливом

Микроконтроллер ATmega8535 является «ядром» подсистемы управления автоматическим поливом. К его портам через разъёмы подключаются датчики:

1. Датчик температуры DS18B20 – разъём XS1.
2. Датчики уровня FC-37 в количестве 4 штук – разъёмы XS2-XS5.
3. Датчик влажности FC-28 – разъём XS7.

Для связи микроконтроллеров через последовательный интерфейс UART используется разъём XS6.

Схема электрическая принципиальная представлена в документе, который приложен к выпускной квалификационной работе.

Номиналы электронных элементов указаны в документе «Перечень элементов».

5.2 Разработка схемы электрической принципиальной подсистемы управления охраной помещения

Микроконтроллер ATmega8535 является «ядром» подсистемы управления охраной помещения.

К его портам через разъёмы подключаются датчики:

1. Датчик открытия двери MC-38 – разъём XS1.
2. Датчики движения HC-SR501 в количестве 2 штук – разъёмы XS2 и XS3 соответственно.

Для связи микроконтроллеров через последовательный интерфейс UART используется разъём XS4.

Для связи микроконтроллера и GSM-модуля через интерфейс I2C используется разъём XS5.

Схема электрическая принципиальная представлена в документе, который приложен к выпускной квалификационной работе.

Номиналы электронных элементов указаны в документе «Перечень элементов».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы проведен анализ предметной области и проанализированы существующие аналоги микроконтроллерных систем управления с возможностью дистанционного контроля состояния. На основе задания на выпускную квалификационную работу составлена информационная модель и разработана структурная схема системы.

Также обоснован выбор функциональных узлов, из которых состоит система, и на их основе разработана функциональная схема системы, произведено моделирование системы управления в среде автоматизированного проектирования Proteus и разработано программное обеспечение. В ходе проведения моделирования проверен функционал системы и взаимодействие её компонентов.

Разработанная распределённая микроконтроллерная система для задач хозяйственного назначения с возможностью дистанционного контроля состояния полностью соответствует заданию на выпускную квалификационную работу, является простой в реализации, конструировании, программировании, а также же универсальной и дешевой по сравнению с современными аналогами серийного производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Страж AvizorKit [Электронный ресурс] : GSM сигнализация для охраны.
– Режим доступа: <https://sigadoma.ru/strazh-avizor-kit-gsm-signalizaciya-dlya-oxrany-nedvizhimosti.html>.
2. NSAT [Электронный ресурс] : Профессиональная GSM сигнализация.
– Режим доступа: <http://www.fox-electronics.ru/dachnik.html>.
3. Охранный комплекс Sapsan GSM [Электронный ресурс] : Системы безопасности. – Режим доступа: <http://www.sapsangsm.ru/>.
4. Datasheet of SIM900_Hardware Design_V2.00 : SIMCom – U.S.A. : 2010 – 47 с.
5. Непомнящий, О. В. Микропроцессорные системы [Электронный ресурс] : электрон.учеб. пособие / О. В. Непомнящий. – Красноярск : СФУ, 2010. Режим доступа: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=1487>.
6. Сибсвязь [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <http://www.siblink.ru/mc35t.htm>.
7. Интерфейсы микроконтроллеров [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/2602560/>.
8. Кузьминов, А. Ю. Интерфейс RS232. Связь между компьютером и микроконтроллером: учебник / А.Ю. Кузьминов. – Москва : Радио и связь, 2004. – 241с.
9. Преобразователь уровней RS232-TTL на микросхеме MAX232 [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <http://radioham.ru/?p=872>.
10. Интерфейс I2C [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <http://meandr.org/archives/10284>.
11. ArduinoKit [Электронный ресурс] : Датчик влажности. – Режим доступа: <https://arduino-kit.ru/catalog/id/datchik-vlajnosti-pochvyi>.

12. Datasheet of DS18B20 : Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer – U.S.A. : 2015 – 20с.
13. HC-SR501 [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <http://alielelectronics.net/2016/04/27/hc-sr501/>.
14. Технический паспорт Smart SF6252 [Электронный ресурс] : – Режим доступа: http://valve/Smart/Tex_pasport_SF6232_SF6252.pdf.
15. Зубр [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <http://www.zubr.ru/ru/ware/pumps>.
16. Насос Малыш [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <http://remoo.ru/vodosnabzhenie/nasos-malysh-tekhnicheskie-harakteristiki>.
17. Малюх, В. Н. Введение в современные САПР : курс лекций / В. Н. Малюх. – Москва : ДМК Пресс, 2010. – 192с.
18. Micro-Cap [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <http://cxem.net/software/micro-cap.php>.
19. Proteus [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <http://cxem.net/software/proteus.php>.
20. NI Multisim [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <http://cxem.net/software/multisim.php>.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Фрагмент листинга кода программы

OneWire.cpp

```
#include "config.h"
#include <avr/io.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <util/delay.h>
#include "OneWire.h"

//Инициализацияпорта
void oneWireInit(uint8_t pin)
{
    ONE_WIRE_DQ = pin;
    ONE_WIRE_PORT |= (1 << ONE_WIRE_DQ);
    ONE_WIRE_DDR |= (1 << ONE_WIRE_DQ); // ВЫХОД
}

//импульс сброса
uint8_t reset()
{
    uint8_t response;
    // импульс сброса, минимум 480us
    ONE_WIRE_PORT &= ~(1 << ONE_WIRE_DQ);
    ONE_WIRE_DDR |= (1 << ONE_WIRE_DQ); // ВЫХОД
    _delay_us(480);
    // Когда ONEWIRE устройство обнаруживает положительный перепад, он ждет от 15us до
    60us
    ONE_WIRE_DDR &= ~(1 << ONE_WIRE_DQ); // ВХОД
    _delay_us(60);
    // и затем передает импульс присутствия, перемещая шину в логический «0» на
    длительность от 60us до 240us.
    response = (ONE_WIRE_PIN & (1 << ONE_WIRE_DQ));
    _delay_us(410);
    // если 0, значит есть ответ от датчика, если 1 - нет ответа
    return response;
}

//отправка одного бита
void writeBit(uint8_t bit)
{
    if (bit & 1)
    {
        cli();
        // логический «0» на 1us
        ONE_WIRE_PORT &= ~(1 << ONE_WIRE_DQ);
        ONE_WIRE_DDR |= (1 << ONE_WIRE_DQ); // ВЫХОД
        _delay_us(10);
```



```

sei();
ONE_WIRE_DDR &= ~(1 << ONE_WIRE_DQ); // ВХОД
    _delay_us(55);
}
else
{
cli();
    // логический «0» на 1us
    ONE_WIRE_PORT &= ~(1 << ONE_WIRE_DQ);
    ONE_WIRE_DDR |= (1 << ONE_WIRE_DQ); // ВЫХОД
    _delay_us(65);
    ONE_WIRE_DDR &= ~(1 << ONE_WIRE_DQ); // ВХОД
sei();
    _delay_us(5);
}
}

```

//отправка одного байта
void writeByte(uint8_t byte)

```

{
uint8_t i = 8;
while (i--)
{
writeBit(byte & 1);
byte >>= 1;
}
}

```

//получить один байт

```

uint8_t readByte()
{
uint8_t i = 8, byte = 0;
while (i--)
{
byte >>= 1;
byte |= (readBit() << 7);
}
return byte;
}

```

//обращение к устройству

```

void skipRom()
{
reset();
writeByte(CMD_SKIPROM);
}

```

//получить один бит

```

uint8_t readBit(void)
{
uint8_t bit = 0;

```

```

cli();
// логический «0» на 1us
ONE_WIRE_PORT &= ~(1 << ONE_WIRE_DQ);
ONE_WIRE_DDR |= (1 << ONE_WIRE_DQ); // вход
_delay_us(3);
// освободить линию и ждать 14us
ONE_WIRE_DDR &= ~(1 << ONE_WIRE_DQ); // вход
_delay_us(10);
// прочитать значение
if (ONE_WIRE_PIN & (1 << ONE_WIRE_DQ))
{
    bit = 1;
}
// ждать 45us и вернуть значение
sei();
_delay_us(45);
return bit;
}

```

Usart.cpp

```

#include "usart.h"

volatile unsigned char usartRxBuf = 0;

//инициализация usart`a
void USART_Init(void)
{
    UBRRH = 0;
    UBRL = 51; //скорость обмена 9600 бод
    UCSRB = (1<<RXCIE)|(1<<RXEN)|(1<<TXEN); //разр. прерыв при приеме, разр
приема, разр передачи.
    UCSRC = (1<<URSEL)|(1<<UCSZ1)|(1<<UCSZ0); //размер слова 8 разрядов
}

//отправка символа по usart`y
void USART_SendChar(unsigned char sym)
{
    while(!(UCSRA & (1<<UDRE)))
        asm("nop");
    UDR = sym;
}

void USART_SendPacket(char s[])
{
    int i;
    for (i = 0; s[i] != 0; ++i)
    {
        USART_SendChar(s[i]);
    }
}

```

```

    }
}

//прием символа по usart`у в буфер
ISR(USART_RXC_vect)
{
    usartRxBuf = UDR;
}

//чтениебуфера
unsigned char USART_GetChar(void)
{
    unsigned char tmp;

    ATOMIC_BLOCK(ATOMIC_FORCEON)
    {
        tmp = usartRxBuf;
        usartRxBuf = 0;
    }

    returntmp;
}

```

Листинг разработанного программного обеспечения в полном объеме приведен на CD-диске.